

CIV3330 HYDRAULIQUE DES RÉSEAUX  
CONTRÔLE PÉRIODIQUE  
AUTOMNE 2011

Date : 4 octobre 2011  
Heure : 18h00 à 20h00 (durée : 2h)  
Pondération : 30% de la note globale

Notes :

1. Aucune documentation permise, calculatrice non programmable permise.
2. Utilisation des valeurs suivantes des propriétés de l'eau :  
Poids spécifique,  $\gamma_{\text{eau}} = 9789 \text{ N/m}^3$ ; Viscosité cinématique,  $\nu_{\text{eau}} = 1,007 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  et  
Viscosité dynamique,  $\mu_{\text{eau}} = 1.002 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$ .
3. Pour chaque question ou sous-question, vous devez expliquer la démarche de solution
4. Remettre le questionnaire avec votre copie d'examen.
5. (1 USgal/minute  $\times$  0,06309 = 1,0 L/s ; 1,0 m = 3,2808 pi; 1,0 kW = 1,341 HP;  
1,0 L/s = 15.865 USgal/minute)

---

Question 1 (4 points)

Une conduite de 150 mm de diamètre, de 600m de longueur et de 0,3 mm de rugosité absolue transporte de l'eau.

- 1-1 Pour une perte de charge par frottement dans cette conduite est de 0,75 m, déterminez le débit qu'elle transporte. Négligez les pertes singulières. Expliquez votre démarche de résolution et montrez l'évolution de la solution sur le diagramme de Moody. (3 points)
- 1-2 Auriez-vous pu procéder directement en invoquant l'équation de Hagen-Poiseuille pour calculer le débit? Expliquez votre réponse!! (1 point)

Question 2 (7 points)

La figure 1 montre un réseau hydraulique formé de 5 conduites entre les points 1 et 2 qui transporte un débit de 40 L/s. Le tableau 1 donne les caractéristiques des conduites. Déterminez la répartition du débit total entre les conduites [2], [3], [4] et la perte de charge entre les points 1 et 2. Expliquez clairement les étapes de votre démarche de solution.

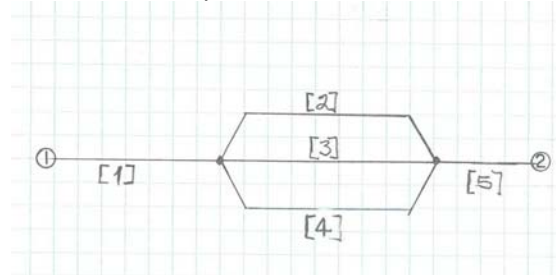


Figure 1 - Vue en plan du réseau hydraulique (Question 2)

Question 2 (suite)

Tableau 1  
Caractéristiques des conduites (Question 2)

Conduite id.	L(m)	D(mm)	f
1	100	150	0,022
2	50	80	0,026
3	75	100	0,024
4	75	80	0,026
5	50	150	0,022

Question 3 (5 points)

La figure 2 montre un réseau maillé et le tableau 2 donne les caractéristiques des conduites et la grandeur du débit (le sens de l'écoulement est à trouver) et le tableau 3 celles des nœuds et l'élévation de la ligne de l'énergie. Au nœud 1, la ligne de l'énergie est à 130 m d'élévation.

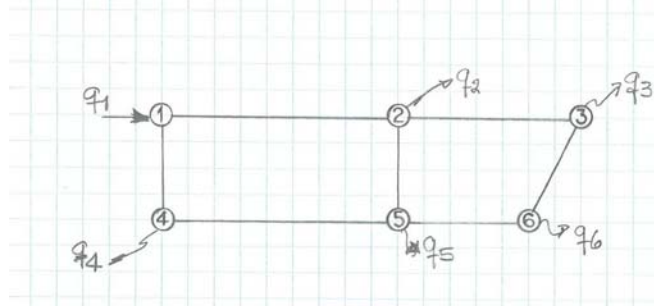


Figure 2 – Schéma du réseau maillé (question 3)

Tableau 2  
Caractéristiques des conduites

Conduite Id	L(m)	D(mm)	$C_{HW}$	Débit (L/S)
1-2	350	200	120	36,39
1-4	200	250	130	43,61
2-3	250	200	120	22,71
2-5	200	150	100	6,32
3-6	225	150	120	7,29
4-5	350	200	120	28,61
5-6	100	150	120	17,29

Tableau 3  
Caractéristiques des nœuds

Id	Élévation (m)	Prélèvement (L/S)	Énergie (m)
1	100	Apport	130
2	92	20	127,11
3	95	30	126,25
4	85	15	129,33
5	90	5	127,48
6	88	10	126,63

- 3-1 Montrez que ce réseau est hydrauliquement équilibré. Notez que vous devez déterminer, avec les informations fournies, le sens de l'écoulement dans les conduites. Expliquez votre démarche de solution. (2 points)
- 3-2 Déterminez la pression au nœud 5 en m d'eau. (1 point)
- 3-3 Déterminez qualitativement l'effet de remplacer la conduite 2-5 par une conduite de «plastique» ( $C_{HW}=150$ ) sur l'énergie au nœud 6. Est-ce que l'ajout d'une conduite entre les nœuds 2 et 6 aurait un effet semblable? Expliquez votre réponse. (2 points)

#### Question 4 (4 points)

Un système formé de trois réservoirs connectés en un nœud, tel que montré à la figure 3 est caractérisé au tableau 4.

4-1. Sachant que le débit dans la conduite [1] est  $1,718 \text{ m}^3/\text{s}$  et que le système est hydrauliquement équilibré, déterminez l'énergie au nœud et les débits (grandeur et direction) dans les conduites [2] et [3]. Le critère de convergence est  $\Delta Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ . (3 points).

4-2. Est-ce que l'élévation (position à laquelle sont physiquement reliées les conduites) du nœud a une influence sur le calcul des débits dans les conduites? (1 point)

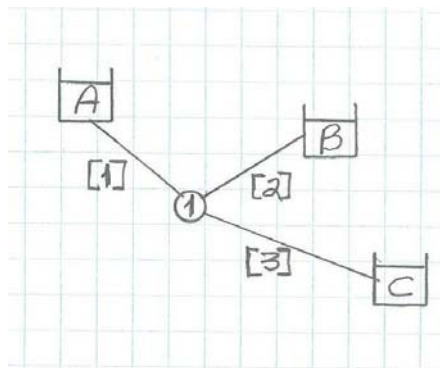


Figure 3 – Schéma du système hydraulique (Question 4)

Tableau 4  
Caractéristiques des réservoirs et des conduites (Question 4)

Réservoir	Élévation de la surface de l'eau (m)	Conduite id	L(m)	D(mm)	f
A	80	1	1000	600	0,016
B	30	2	600	400	0,018
C	20	3	500	750	0,018

Total des points : /20

Bon examen !!  
Bonne période de relâche!

Le professeur Guy Leclerc

## Formulaire des équations principales

1. **Équation de Hazen-Williams (unités m, m<sup>3</sup>/s)**  $h_f = 10,679 \frac{L}{d^{4,871}} \frac{Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852}}$

2. **Équation de la puissance (unités m, m<sup>3</sup>/s)**

$$P = \frac{\gamma Q H}{1000} \quad [P] = \text{kW} ; [Q] = \text{m}^3/\text{s} ; [H] = \text{m}$$

3. **Nombre de Reynolds**  $R_e = \frac{VD}{\nu}$

4. **Colebrook - White**  $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{k_s/D}{3,7} + \frac{2,51}{R_e \sqrt{f}} \right)$

5. **Approximation explicite de Colebrook-White**  $\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log_{10} \left( \left( \frac{e/D}{3,7} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{R_e} \right)$

6. **Hagen-Poiseuille**  $h_f = 32 \frac{\mu}{\gamma} \frac{L}{D^2} V$

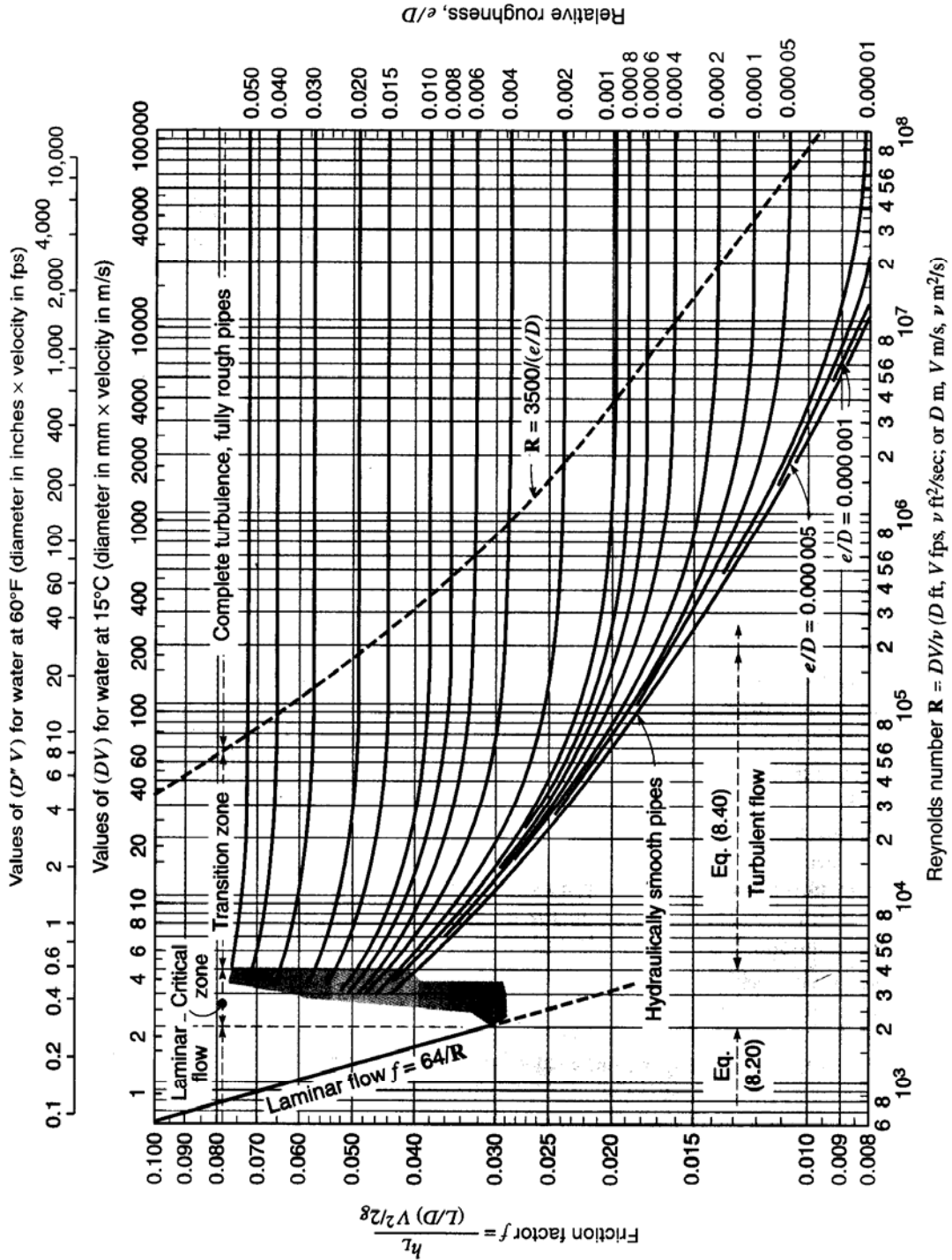
7. **Correction par Hardy-Cross**  $\Delta Q = \frac{-\sum (H_L)_i}{m \sum \left( \frac{(H_L)_i}{Q_i} \right)}$

8.  $Q_1^s = Q_1^s \cdot \frac{Q_{total}}{\sum Q_{calculé}}$

Nom : \_\_\_\_\_

Matricule : \_\_\_\_\_

### Diagramme de Moody



**Figure 8.11**  
Moody chart for pipe friction factor (Stanton diagram).